



IFW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Y. Nakano et al. Attorney Docket No. NAI122545
Application No.: 10/799,786 Group Art Unit: 2817
Filed: March 12, 2004
Title: ALL-OPTICAL FLIP-FLOP

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENTS

Seattle, Washington 98101

TO THE COMMISSIONER FOR PATENTS:

Enclosed is a certified copy of the following application for which a claim of priority under 35 U.S.C. § 119 has been made:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>	<u>Title</u>
Japan	2001-278213	September 13, 2001	All-Optical Flip-Flop

Respectfully submitted,

CHRISTENSEN O'CONNOR
JOHNSON KINDNESS^{PLLC}

Jeffrey M. Sakoi
Registration No. 32,059
Direct Dial No. 206.695.1713

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service in a sealed envelope as first class mail with postage thereon fully prepaid and addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the below date.

Date: August 16, 2004

JMS:snh

LAW OFFICES OF

CHRISTENSEN O'CONNOR JOHNSON KINDNESS^{PLLC}
1420 Fifth Avenue
Suite 2800
Seattle, Washington 98101
206.682.8100

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2001年 9月13日

出願番号
Application Number: 特願2001-278213

[ST. 10/C]: [JP2001-278213]

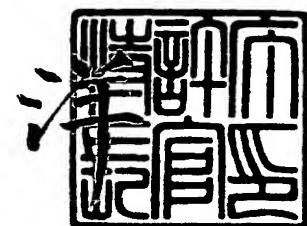
願人
Applicant(s): 独立行政法人 科学技術振興機構

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 7月21日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願

【整理番号】 JSP01001

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 3/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都世田谷区松原 5-28-5

【氏名】 中野 義昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都豊島区南大塚 1-20-1-301

【氏名】 竹中 充

【特許出願人】

【識別番号】 396020800

【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【代理人】

【識別番号】 100091904

【弁理士】

【氏名又は名称】 成瀬 重雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 054391

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 全光フリップフロップ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザを有し、前記半導体レーザは、導波路を備え、前記導波路は、マルチモード干渉部と、入力ポートと、出力ポートとを備え、前記入力ポートおよび出力ポートは、前記マルチモード干渉部に接続されており、前記入力ポートは複数とされており、かつ、一方の入力ポートからセット光を、他方の入力ポートからリセット光を前記マルチモード干渉部に入力できる構成となつており、前記マルチモード干渉部は、その内部においてマルチモードの光を透過させ、かつ、前記入力ポートから入力されたセット光およびリセット光に基づく発振による出力光を選択的に前記出力ポートに出力させる構成となっていることを特徴とする全光フリップフロップ。

【請求項2】 前記セット光およびリセット光に基づく発振は、セット光とリセット光とに応じて異なるモードで発生することを特徴とする請求項1記載の全光フリップフロップ。

【請求項3】 前記出力ポートは複数であることを特徴とする請求項1または2に記載の全光フリップフロップ。

【請求項4】 前記入力ポートまたは出力ポートはシングルモードの光を透過させる構成となっていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の全光フリップフロップ。

【請求項5】 前記入力ポートまたは出力ポートには、可飽和吸収領域が備えられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の全光フリップフロップ。

【請求項6】 前記入力ポートおよび出力ポートの端面は反射面とされていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の全光フリップフロップ。

【請求項7】 前記入力ポートが前記出力ポートを兼ねていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の全光フリップフロップ。

【請求項8】 前記マルチモード干渉部には、入力光を反射させるミラー部が備えられていることを特徴とする請求項7記載の全光フリップフロップ。

【請求項 9】 前記出力ポートを兼ねた入力ポートには、入出力光の経路の切り替えを行うサーキュレータが取り付けられていることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の全光フリップフロップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、全光で動作するフリップフロップに関するものである。

【0002】

【発明の背景】

光通信網の進展に伴い、全光での信号処理が指向されている。これが実現すれば、より高速かつ低電力での光通信が可能になると考えられる。全光信号処理を可能とするための基本デバイスとして、全光で動作するフリップフロップが必要となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記の事情を背景としてなされたもので、全光で動作する、セッタリセットのフリップフロップを提供することを目的としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の全光フリップフロップは、半導体レーザを有している。前記半導体レーザは、導波路を備えている。前記導波路は、マルチモード干渉部と、入力ポートと、出力ポートとを備えている。前記入力ポートおよび出力ポートは、前記マルチモード干渉部に接続されている。前記入力ポートは複数とされており、かつ、一方の入力ポートからセット光を、他方の入力ポートからリセット光を前記マルチモード干渉部に入力できる構成となっている。前記マルチモード干渉部は、その内部においてマルチモードの光を透過させ、かつ、前記入力ポートから入力されたセット光およびリセット光に基づく発振による出力光を選択的に前記出力ポートに出力させる構成となっている。

【0005】

請求項2記載の全光フリップフロップは、請求項1記載のものにおいて、前記セット光およびリセット光に基づく発振は、セット光とリセット光とに応じて異なるモードで発生する構成となっている。

【0006】

請求項3記載の全光フリップフロップは、請求項1または2に記載のものにおいて、前記出力ポートは複数であるものとなっている。

【0007】

請求項4記載の全光フリップフロップは、請求項1～3のいずれか1項記載のものにおいて、前記入力ポートまたは出力ポートはシングルモードの光を透過させる構成となっているものである。

【0008】

請求項5記載の全光フリップフロップは、請求項1～4のいずれか1項記載のものにおいて、前記入力ポートまたは出力ポートには、可飽和吸収領域が備えられている構成となっている。

【0009】

請求項6記載の全光フリップフロップは、請求項1～5のいずれか1項記載のものにおいて、前記入力ポートおよび出力ポートの端面は反射面とされているものである。

【0010】

請求項7記載の全光フリップフロップは、請求項1～6のいずれか1項記載のものにおいて、前記入力ポートが前記出力ポートを兼ねている構成となっている。

【0011】

請求項8記載の全光フリップフロップは、請求項7記載のものにおいて、前記マルチモード干渉部には、入力光を反射させるミラー部が備えられている構成となっているものである。

【0012】

請求項9記載の全光フリップフロップは、請求項7または8記載のものにおいて、前記出力ポートを兼ねた入力ポートには、入出力光の経路の切り替えを行う

セーキュレータが取り付けられている構成となっている。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の第1実施形態に係る全光フリップフロップについて、添付の図面を参照しながら以下に説明する。このフリップフロップは、基本的には、半導体レーザ1により構成されている。レーザ1には、図示しない電源が接続されている。

【0014】

レーザ1は、基板10と、活性層20と、導波路30とを備えている（図1参照）。基板10および活性層20は、従来の半導体レーザと同様である。

【0015】

導波路30は、マルチモード干渉部31と、入力ポート32と、出力ポート33とを備えている。入力ポート32および出力ポート33は、マルチモード干渉部31に接続されている（図1および図2参照）。

【0016】

入力ポート32は、セット用ポート321とリセット用ポート322とを有している。これにより、入力ポート32は、セット用ポート（一方のポート）321からセット光を、リセット用ポート（他方のポート）からリセット光をマルチモード干渉部31に入力できる構成となっている。セット用ポート321とリセット用ポート322とには、可飽和吸収領域34が備えられている（図2参照）。可飽和吸収領域34は、その部分のみに、半導体レーザとしての動作電源を供給しないことにより、容易に構成することができる。可飽和吸収領域34においては、良く知られているように、入力光のパワーがしきい値を超えると、吸収飽和が生じるようになっている。また、セット用ポート321とリセット用ポート322とには、入力光（セット光およびリセット光）を対応するポートに入力するための導波路（図示せず）がそれぞれ接続されている。

【0017】

出力ポート33は、非反転出力ポート331と反転出力ポート332とを有している。非反転出力ポート331は、非反転出力（セット出力Qに対応）を得るためのものである。反転出力ポート332は、反転出力（リセット出力Qバーに

対応)を得るためのものである。非反転出力ポート331と反転出力ポート332とには、出力光を得るための導波路(図示せず)が接続されている。

【0018】

入力ポート32および出力ポート33は、シングルモードの光を透過(通過)させる構成となっている。また、入力ポート32および出力ポート33の端面は、レーザの内部にレーザ光を反射させるための反射面とされている。反射面におけるレーザ光の反射率は設計事項であるが、例えば30%である。

【0019】

マルチモード干渉部31は、その内部においてマルチモードの光を透過させるようになっている。また、マルチモード干渉部31は、入力ポートから入力されたセット光およびリセット光に基づく発振により、出力光を、選択的に出力ポートに出力させる構成となっている。より詳しく説明すると、マルチモード干渉部31では、その内部を交差して通過する二つのモードで選択的に発振する。一方は、セット光入力ポート321から非反転出力ポート331に到る経路で発振するモードである。他方は、リセット光入力ポート322から反転出力ポート332に到る経路で発振するモードである。このようなマルチモード干渉を用いた、コヒーレント光の経路選択は、MMI(Multi-Mode Interference)カプラなどの技術において知られているので、これ以上の詳細の説明は省略する。また、前記以外の導波路30の構成は、従来のものと同様である。

【0020】

つぎに、本実施形態に係るフリップフロップの動作を、図3を参照しながら説明する。初期状態として、非反転出力Qおよび反転出力Qバーはゼロであるとする。

【0021】

(セット動作)

まず、時間t1において、セット光を、セット用ポート321から入力する。すると次の動作を生じる。

- 1) セット光入力により、活性層20でのレーザ発振を生じる。
- 2) 発生したレーザ光は、通常のレーザと同様にして、導波路30を透過する。

3) マルチモード干渉部31では、予め規定されたモードのみが成立する。すなわち、セット用ポート321と非反転出力ポート331との間のみで光が往復することになる。セット光によるこのようなモードを以下セットモードという。この状態では、レーザの利得は、このセットモードのみによって消費されるので、他のモードが発生することは原則としてない。

4) セット用ポート321に設けられた可飽和吸収領域34は、入力光のパワーにより吸収飽和を生じ、透明化する。したがって、可飽和吸収領域34は、セット用ポート321を通過する光の発振を実質的に妨げない。

【0022】

このようにして、本実施形態では、非反転出力ポート331から、非反転出力Qを得ることができる。

【0023】

ついで、時間t2において、セット光をオフにする。しかしながら、前記の発振状態はそのまま続く。したがって、セット状態を維持することができる。

【0024】

(リセット動作)

ついで、時間t3において、リセット光を、リセット用ポート322から入力する。すると、つぎの動作を生じる。

- 1) リセット光入力により、活性層20でのレーザ発振を生じる。
- 2) 発生したレーザ光は、通常のレーザと同様にして、導波路30を往復する。
- 3) マルチモード干渉部31では、リセット光で生じた発振のために、セットモードでの発振における利得が減少する。つまり、リセット光としては、セットモードでの発振利得を十分低減させるだけのパワーを有することが望ましい。リセット光による発振利得が大きくなると、その発振モード（以下リセットモードという）のみが成立することになる。すなわち、リセット用ポート322と反転出力ポート332との間で光が往復する。言い換えると、この状態では、レーザの発振利得は、リセットモードにより消費されるので、セットモードでの発振利得は実質的に存在しなくなる。
- 4) リセット用ポート322に設けられた可飽和吸収領域34は、リセット光の

パワーにより吸収飽和を生じ、透明化する。したがって、可飽和吸収領域34は、リセットモードにおける光の発振を妨げない。

5) 一方、セットモードでの発振利得は低下するので、セットモードでの光のパワーは小さくなる。すると、セット用ポート321に設けられた可飽和吸収領域34は、セットモードでの光を吸収する。これにより、セットモードでの光の発振を速やかに終わらせることができる。このようにして、セットモードからリセットモードへの切り替えを速やかに行うことができる。

【0025】

以上の動作により、反転出力ポート332から、反転出力Qバー（Qの否定）を得ることができる。

【0026】

ついで、時間t4において、リセット光をオフにする。しかしながら、前記のリセットモードでの発振はそのまま続く。したがって、リセット状態を維持することができる。再びセット状態に戻す動作は、前記と同様なので説明を省略する。

【0027】

このように、本実施形態によれば、簡単な構造により、全光でのフリップフロップ動作を実現することができる。

【0028】

また、本実施形態では、入出力ポート32および33として、シングルモードの光を透過させるものとしたので、出力光をシングルモードとすることができます。

【0029】

【実施例】

つぎに、本実施形態に係る全光フリップフロップの実施例を説明する。この実施例に用いるフリップフロップの製造方法の一例を、図4を用いて説明する。はじめに、n-InP基板の表面にn-InPを200nm厚で形成する。その上にQ層（後述）を120nm厚で形成する。その上にMQW層を100nm厚で形成する。その上にQ層を120nm厚で形成する。その上にP-InP層を1000nm厚で形成する。その上に、P-InGaAs

層を200nm厚で形成する。ここで、Q層は、組成：InGaAsP、バンドギャップ $\lambda_g = 1.25 \mu m$ の構成である。MQW層は、井戸層組成：InGaAsP、井戸層厚さ：10 nm、障壁層組成：前記Q層と同じ、障壁層厚さ：10 nmの量子井戸を5セット積層した構成とした。MQW層としてのバンドギャップ $\lambda_g = 1.55 \mu m$ とした。

【0030】

このように積層した後、図4中一点鎖線で示す形状となるようにエッチングを行う。これにより、所望形状の導波路30を形成することができる。すなわち、マルチモード干渉部31、入力ポート32、出力ポート33を形成することができる。

【0031】

さらに、この実施例での導波路の寸法を、図2を参照して説明する。

マルチモード干渉部31の幅 $L_1 : 12 \mu m$

マルチモード干渉部31の長さ $L_2 : 570 \mu m$

入出力ポートの幅 $L_3 : 2 \mu m$

マルチモード干渉部31の端部から入出力ポート中心までの長さ $L_4 : 4 \mu m$

【0032】

この実施例の条件を用いて数値計算およびシミュレーションを行った。その結果、図3に示されるようなフリップフロップ動作の存在が確認された。シミュレーションによって得られた二つのモードの状態を図5に示す。同図(a)はセットモード、同図(b)はリセットモードでの発振状態を示している。セット光およびリセット光の入力によって、これらのモード間での状態遷移を発生させることができ確認された。さらに、これらのモードで安定して発振することが確認された。なお、図5においては、光子密度の高い部分が、おおよそ、高い輝度で示されている。

【0033】

次に、本発明の第2実施形態に係る全光フリップフロップを図6に基づいて説明する。この実施形態では、マルチモード干渉部31の中間部に、入力光を反射するミラー部40が設けられている。また、入出力ポートは兼用とされている。つまり、セット用ポート321は、反転出力ポート332を兼ねている。また、

リセット用ポート322は、非反転出力ポート331を兼ねている。要するに、第1実施形態における導波路30の構成が、ミラー部40で実質的に折り畳まれたものとなっている。このようにすれば、機能としては、第1実施形態のものと等価である。しかも、装置の大きさを減少させることができる。ただし、入出力ポートには、入出力光を選別して、所定の方向に通過させるためのサーキュレータ50が取り付けられている。サーキュレータ50自体は公知である。他の構成は、第1実施形態と同様なので、これ以上の説明を省略する。

【0034】

なお、前記各実施形態においては、入出力ポート32および33を、シングルモードの導波路構造としたが、マルチモードとすることも理論上は可能である。

【0035】

また、前記実施形態では、出力ポートを二つ設けているが、反転出力および非反転出力のうちの一方のみを使う場合には、一つとしてもよい。

【0036】

さらに、前記各実施形態では、入力ポートに可飽和吸収領域を設けたが、出力ポートにこれを設けても良い。その場合も動作原理は前記と同じである。

【0037】

また、前記各実施形態では、入力ポートを構成するセット用ポート321とリセット用ポート322とを隣接させているが、これに限らない。例えば、図2に示される反転出力ポート332の位置（つまりセット用ポート321とは反対側の位置）としてもよい。要するに、原理的に、一方のモードにおける利得を奪つて他方のモードでの発振を成立させる入力光を入力できる位置であればよい。出力ポートの位置は、要するに、あるモードでの出力光を取り出せる位置であればよい。

【0038】

なお、前記各実施形態の記載は单なる一例に過ぎず、本発明に必須の構成を示したものではない。各部の構成は、本発明の趣旨を達成できるものであれば、前記に限らない。

【0039】

【発明の効果】

本発明によれば、全光で動作する、セットーリセットのフリップフロップを提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第1実施形態における全光フリップフロップの概略的な構成を示す斜視図である。

【図 2】

導波路部分を示す平面図である。

【図 3】

全光フリップフロップにおける動作を説明するためのタイムチャートであって、横軸は時間、縦軸は、セット光S、リセット光R、非反転出力Q、反転出力Qバーのパワーを示している。

【図 4】

実施例における全光フリップフロップの製造方法の一例を説明するための説明図である。

【図 5】

実施例の結果を説明するための説明図であり、図(a)はセットモード、図(b)はリセットモードでの発振状態を示している。

【図 6】

本発明の第2実施形態における全光フリップフロップの概略的な構成を示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 10 基板
- 20 活性層
- 30 導波路
- 31 マルチモード干渉部
- 32 入力ポート

321 セット用ポート

322 リセット用ポート

33 出力ポート

331 非反転出力ポート

332 反転出力ポート

34 可飽和吸収領域

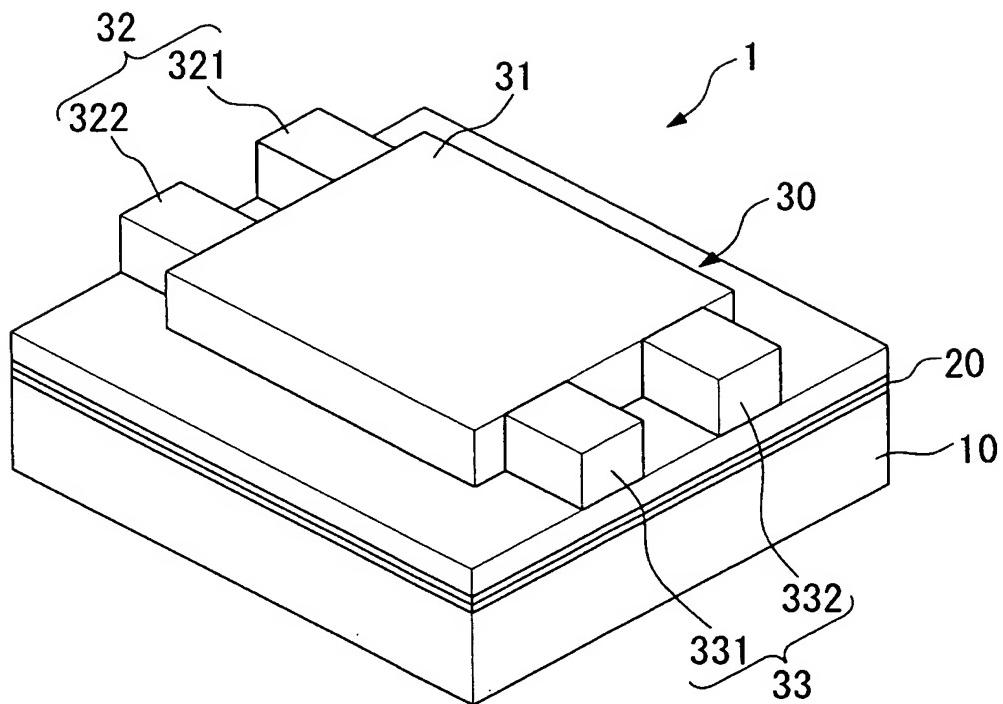
40 ミラー部

50 サーキュレータ

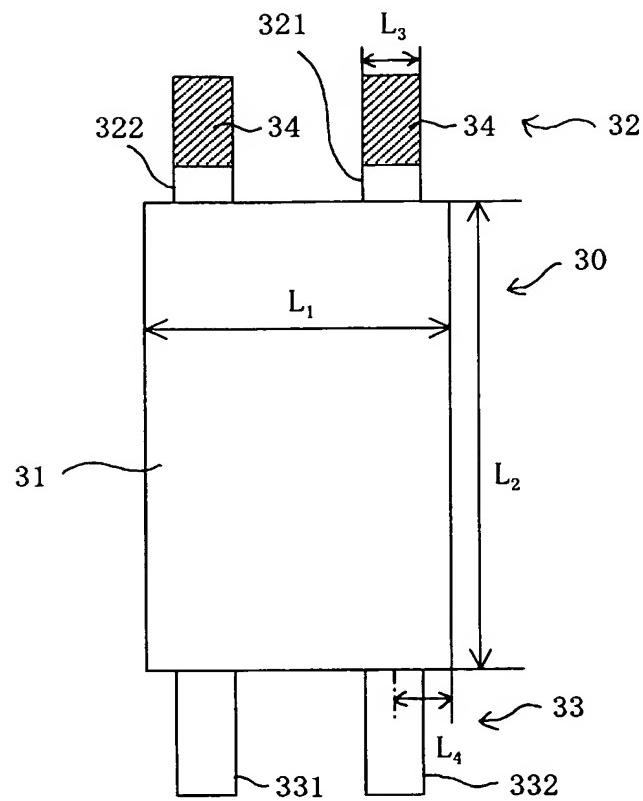
【書類名】

図面

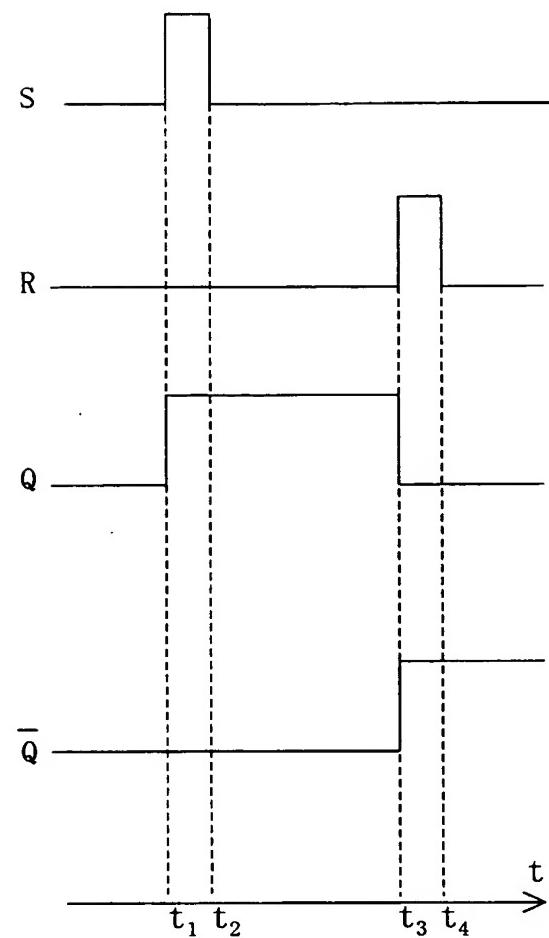
【図1】



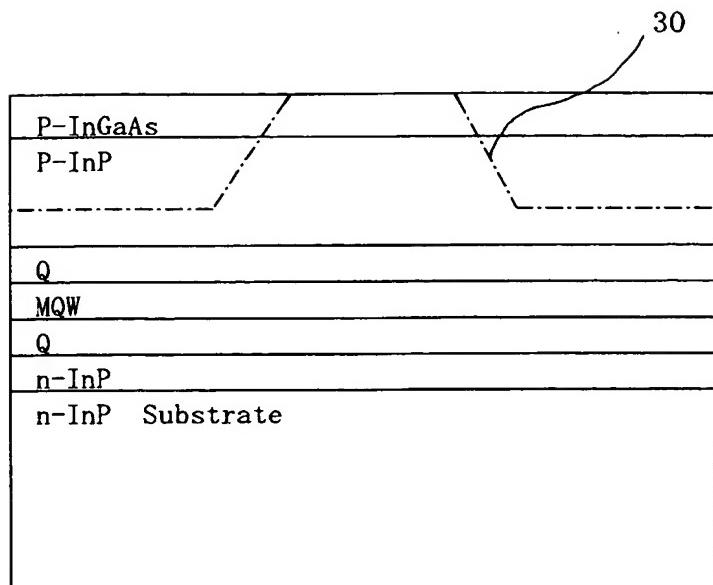
【図 2】



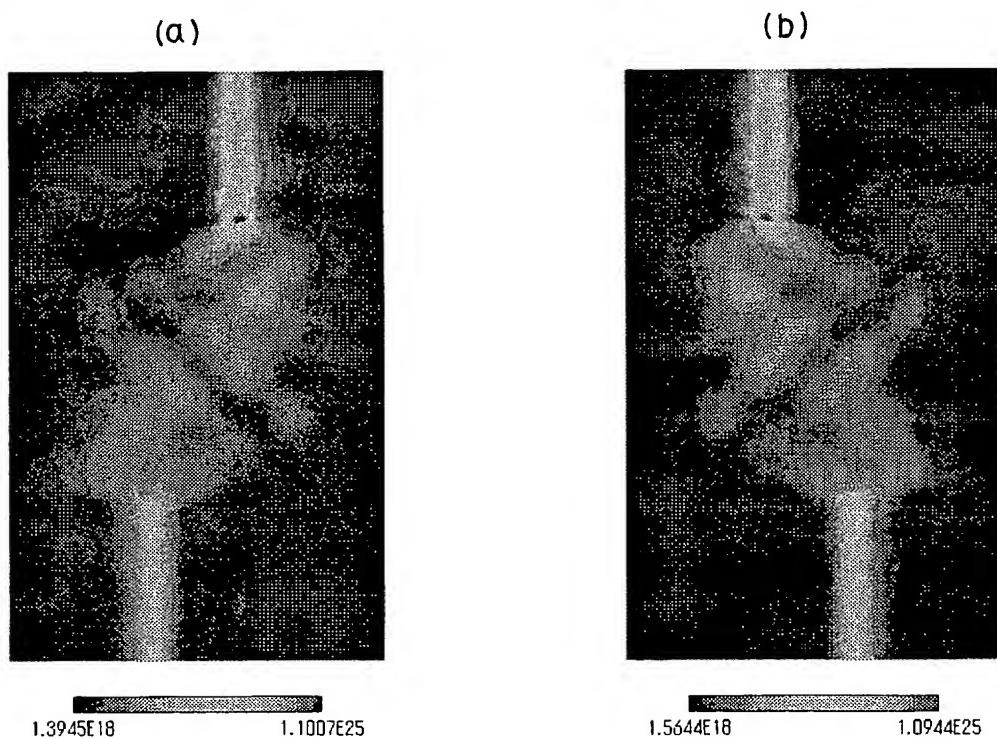
【図3】



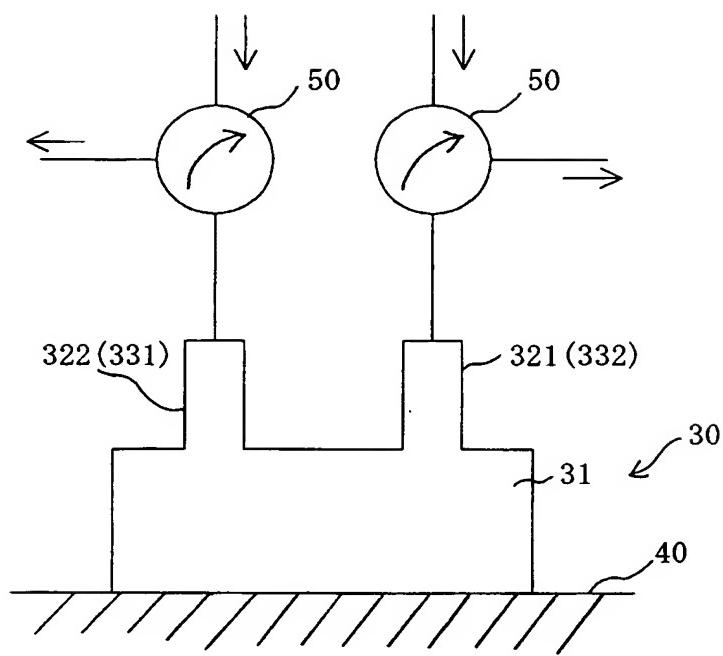
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

全光で動作する、セットーリセットのフリップフロップを提供する。

【解決手段】

セット光を、セット用ポート321から入力する。すると、導波路30におけるマルチモード干渉部31では、セットモードでの発振のみが発生する。これにより、非反転出力ポート331から、非反転出力Qを得ることができる。セット光入力がオフとなっても、この状態は継続する。ついで、リセット光を、リセット用ポート322から入力する。すると、マルチモード干渉部31では、セットモードでの光の発振が停止し、リセットモードでの発振が生じる。これにより、反転出力ポート332から反転出力Qバーを得ることができる。リセット光入力がオフとなっても、この状態は継続する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-278213
受付番号	50101350377
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成13年 9月14日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 9月13日
-------	-------------

次頁無

出証特2004-3063666

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2001-278213
【承継人】
【識別番号】 503360115
【住所又は居所】 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
【代表者】 沖村 憲樹
【連絡先】 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 独立行政法人科学技術振興機構 知的財産戦略室 佐々木吉正 TEL 03-5214-8486 FAX 03-5214-8417

【提出物件の目録】
【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。
【物件名】 登記簿謄本 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。

特願 2001-278213

出願人履歴情報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日 1998年 2月 24日

[変更理由] 名称変更

住 所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名 科学技術振興事業団

特願 2001-278213

出願人履歴情報

識別番号 [503360115]

1. 変更年月日 2003年10月 1日

[変更理由] 新規登録

住所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏名 独立行政法人 科学技術振興機構